

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-103204

(43)Date of publication of application : 02.04.2004

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 2003-147080

(71)Applicant : SEAGATE TECHNOLOGY LLC

(22)Date of filing : 26.05.2003

(72)Inventor : SHUKH ALEXANDER
MIKHAILOVICH
VAS'KO VLADYSLAV
ALEXANDROVICH
MACKEN DECLAN

(30)Priority

Priority number : 2002 383568
2002 259133

Priority date : 28.05.2002
27.09.2002

Priority country : US

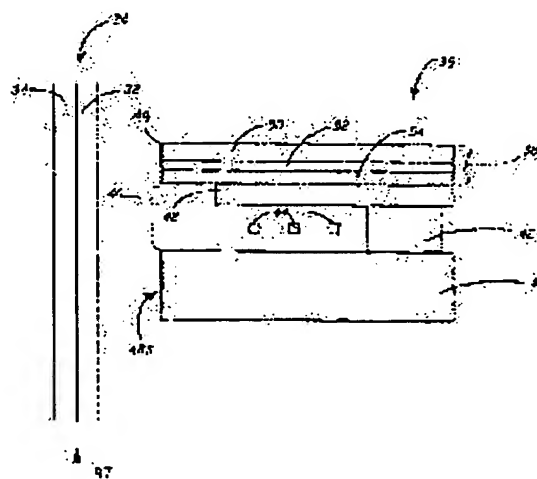
US

(54) PERPENDICULAR WRITER WITH MAGNETICALLY SOFT AND STABLE HIGH MAGNETIC MOMENT MAIN POLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a writer which is magnetically stable and is made of material with high magnetic moment saturation.

SOLUTION: The perpendicular writer 36 has an air-bearing surface, a main pole 38 having an extension, a return pole 40, and a back gap closure 42 between the main pole extension and the return pole. The main pole includes a top magnetic layer 50 and a soft magnetic underlayer 54 separated by a non-magnetic spacer 52. The main pole extension 48 is in direct contact with the main pole and recessed from the air-bearing surface. The top magnetic layer 50 forms a trailing edge of the main pole at an ABS and has the magnetic moment greater than the soft magnetic underlayer. Further, the top magnetic layer and the soft magnetic underlayer are anti-ferromagnetically coupled through the thin non-magnetic spacer 52. The non-magnetic spacer predominantly has 111 crystalline texture and promotes an increase in anisotropy of the top magnetic layer material and reduction of coercivity and grain size.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-103204

(P2004-103204A)

(43) 公開日 平成16年4月2日 (2004.4.2)

(51) Int. Cl.⁷
G 1 1 B 5/31F 1
G 1 1 B 5/31
G 1 1 B 5/31C
A
テーマコード (参考)
5 D 0 3 3

審査請求 有 請求項の数 21 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2003-147080 (P2003-147080)
 (22) 出願日 平成15年5月26日 (2003.5.26)
 (31) 優先権主張番号 383568
 (32) 優先日 平成14年5月28日 (2002.5.28)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 259133
 (32) 優先日 平成14年9月27日 (2002.9.27)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 500373758
 シーゲイト テクノロジー エルエルシー
 アメリカ合衆国, カリフォルニア, スコッ
 ツ バレイ, ビー. オー. ボックス 66
 360, ディスク ドライブ 920
 (74) 代理人 100066692
 弁理士 浅村 皓
 (74) 代理人 100072040
 弁理士 浅村 肇
 (74) 代理人 100093702
 弁理士 山本 貴和
 (74) 代理人 100080263
 弁理士 岩本 行夫

最終頁に続く

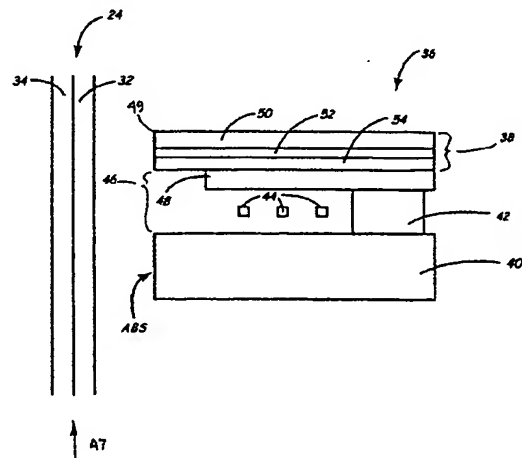
(54) 【発明の名称】 磁気的に軟質かつ安定した高磁気モーメントの主極を有する垂直ライタ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 磁気的に安定し、かつ高い磁気モーメント飽和を有する材料から製造されるライタを提供する。

【解決手段】 空気軸受面と、延長部を有する主極38と、復帰極40と、主極延長部と復帰極との中間のバックギャップクロージャ42とを有する垂直ライタ36である。主極は、非磁気スペーサ52によって分離される頂部磁気層50および軟質の磁気下層54を含む。主極延長部48は主極と直接接触しており、空気軸受面から窪ませられる。頂部磁気層50は、ABSにおいて主極の後縁を形成し、また軟質の磁気下層よりも大きな磁気モーメントを有する。さらに、頂部磁気層および軟質の磁気下層は、薄い非磁気スペーサ52を介して反強磁性結合される。非磁気スペーサは111結晶組織を主に有し、頂部磁気層材料の異方性の増大と共に保磁力および粒度の低減を促進する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空気軸受面を有する垂直ライタであって、
主極であって、
第 1 の磁気モーメントを有する第 1 の磁気層と、
前記第 1 の磁気層に隣接する非磁気層と、
前記非磁気層に隣接する第 2 の磁気層であって、該第 2 の磁気層が第 2 の磁気モーメントを有し、該第 2 の磁気モーメントが前記第 1 の磁気モーメントよりも低く、該第 2 の磁気層が前記第 1 の磁気層と反強磁性結合される第 2 の磁気層と、を備える主極と、
復帰極と、
前記主極と前記復帰極との中間のバックギャップクロージャと、を備える垂直ライタ。

10

【請求項 2】

頂部磁気層である前記第 1 の磁気層が後縁をさらに備え、
前記非磁気層が非磁気スペーサであり、そして、
前記第 2 の磁気層が磁気下層である、請求項 1 に記載の垂直ライタ。

【請求項 3】

前記主極と前記復帰極との間に少なくとも部分的に位置決めされた導電性コイルをさらに備える、請求項 1 に記載の垂直ライタ。

【請求項 4】

前記第 2 の磁気層と前記バックギャップクロージャとの中間の主極延長層であって、前記空気軸受面から窪ませられた主極延長層をさらに備える、請求項 1 に記載の垂直ライタ。

20

【請求項 5】

前記第 2 の磁気層と前記主極延長層とが同一の材料から構成される、請求項 4 に記載の垂直ライタ。

【請求項 6】

前記第 1 の磁気層に隣接する第 2 の非磁気層と、
前記第 2 の非磁気層に隣接する第 3 の磁気層であって、前記第 1 の磁気層と反強磁性結合される第 3 の磁気層と、をさらに備える、請求項 1 に記載の垂直ライタ。

【請求項 7】

前記復帰極が、
複数の磁気層と、
前記複数の磁気層の各々の間に位置決めされた非磁気層と、をさらに備え、
前記各磁気層が、隣接する各磁気層と反強磁性結合される、請求項 1 に記載の垂直ライタ。

30

【請求項 8】

前記第 1 の磁気層が、鉄とコバルトとを含む合金から構成される、請求項 1 に記載の垂直ライタ。

【請求項 9】

前記非磁気層が銅から構成される、請求項 1 に記載の垂直ライタ。

【請求項 10】

前記第 2 の磁気層が、ニッケルと鉄とを含む合金から構成される、請求項 1 に記載の垂直ライタ。

40

【請求項 11】

前記空気軸受面における前記復帰極の磁気材料の表面積が、前記空気軸受面における前記主極の磁気材料の表面積よりも大きい、請求項 1 に記載の垂直ライタ。

【請求項 12】

前記第 1 の磁気層が第 1 の保磁力を有し、
前記第 2 の磁気層が第 2 の保磁力を有し、該第 2 の保磁力が前記第 1 の保磁力よりも小さい、請求項 1 に記載の垂直ライタ。

【請求項 13】

50

前記非磁気層が 1 1 1 結晶配向を有する、請求項 1 に記載の垂直ライタ。

【請求項 1 4】

空気軸受面を有する垂直ライタであって、

主極であって、

第 1 の磁気モーメントを有する第 1 の磁気層と、

前記第 1 の磁気層に隣接する非磁気層と、

前記非磁気層に隣接する第 2 の磁気層であって、該第 2 の磁気層が第 2 の磁気モーメントを有し、該第 2 の磁気モーメントが前記第 1 の磁気モーメントよりも低く、該第 2 の磁気層が前記第 1 の磁気層と反強磁性結合される第 2 の磁気層と、

前記第 2 の磁気層に隣接する主極延長層であって、前記空気軸受面に延在しない主極延長層と、を備える主極と、

復帰極と、

前記主極と前記復帰極との中間のバックギャップクロージャと、

前記主極と前記復帰極との間に少なくとも部分的に位置決めされた導電性コイルと、を備える垂直ライタ。

【請求項 1 5】

前記第 2 の磁気層と前記主極延長層とが同一の材料から構成される、請求項 1 4 に記載の垂直ライタ。

【請求項 1 6】

前記主極が積層構造であり、前記主極が、

前記第 1 の磁気層に隣接する第 2 の非磁気層と、

前記第 2 の非磁気層に隣接する第 3 の磁気層であって、前記第 1 の磁気層と反強磁性結合される第 3 の磁気層と、をさらに備える、請求項 1 4 に記載の垂直ライタ。

【請求項 1 7】

前記復帰極が、

複数の磁気層と、

前記複数の磁気層の各々の間に位置決めされた非磁気層と、をさらに備え、

前記各磁気層が、隣接する各磁気層と反強磁性結合される、請求項 1 4 に記載の垂直ライタ。

【請求項 1 8】

前記第 1 の磁気層が、鉄とコバルトとを含む合金から構成される、請求項 1 4 に記載の垂直ライタ。

【請求項 1 9】

前記非磁気層が銅から構成される、請求項 1 4 に記載の垂直ライタ。

【請求項 2 0】

前記第 2 の磁気層が、ニッケルと鉄とを含む合金から構成される、請求項 1 4 に記載の垂直ライタ。

【請求項 2 1】

空気軸受面を有する垂直ライタであって、

主極であって、

鉄とコバルトとの合金層と、

前記鉄とコバルトとの合金層に隣接する銅層と、

前記銅層に隣接するニッケルと鉄との合金層であって、前記鉄とコバルトとの合金層と反強磁性結合されるニッケルと鉄との合金層と、を備える主極と、

復帰極と、

前記主極と前記復帰極との中間のバックギャップクロージャと、を備える垂直ライタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本出願は、Alexander Mikhailovich Shukh、Vladyslav Alexandrovich Vas'ko、およびDeclan Macke

10

20

30

40

50

nによる「磁氣的に軟質でありかつ安定した高磁気モーメントを備えた垂直ライター」に関して2002年5月28日に出願された暫定米国特許出願第60/383,568号に基づき優先権を主張する。

【0002】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般に、電子データの記憶および検索の分野、より詳しくは、磁氣的に軟質かつ安定した高磁気モーメントの主極を有する垂直磁気ライターに関する。

【0003】

【従来の技術】

垂直記録は、潜在的に、線密度の増加と共に減少する記録ビット内の消磁場の低減の故に、縦方向記録よりもはるかに高い線密度を支持することができる。適正な書き込み性能を提供するために、二重層の媒体が使用される。二重層の垂直媒体は、垂直の面对異方性を有する高保磁力の薄い記憶層、および面内異方性と比較的高い透磁性とを有する軟質の磁気キーパ（下層）から構成される。 10

【0004】

垂直記録用の磁気ヘッドは、一般に、2つの部分、すなわち、磁氣的に符号化された情報を磁気媒体（ディスク）上に記憶するためのライター部と、磁氣的に符号化された情報を媒体から検索するためのリーダ部とから構成される。リーダ部は、典型的に、底部シールド、頂部シールド、および底部シールドと頂部シールドとの間に位置決めされる磁気抵抗（MR）材料からしばしば構成されるセンサから成る。ディスク（媒体）の表面からの磁束は、MRセンサの感知層の磁性ベクトルの回転を引き起こし、次にMRセンサの電気抵抗率の変化を引き起こす。MRセンサの抵抗率の変化は、MRセンサを通して電流を通過させて、MRセンサ間の電圧を測定することによって検出できる。次に、外部回路は電圧情報を適切なフォーマットに変換し、ディスク上に符号化されたデータの回復に必要な当該情報を操作する。 20

【0005】

垂直記録用の磁気ヘッドのライター部は、主極と復帰極とから典型的に構成され、これらの極は、ライターの空気軸受面（ABS）において非磁気ギャップ層によって互いに磁氣的に分離され、またABSから末端の領域においてバックギャップクロージャによって互いに磁氣的に接続される。主極と復帰極との間において、絶縁層によってカプセル封止される1つ以上の導電性コイル層が少なくとも部分的に位置決めされる。ABSは、垂直媒体に直接隣接する磁気ヘッドの表面である。ライター部およびリーダ部は、共通の極がリーダ部の頂部または底部シールドおよびライター部の復帰極の両方として機能する合体構造で配列されることが多い。 30

【0006】

データを磁気媒体に書き込むために、電流が導電性コイルを流れるようにされ、これによって、主極と復帰極との間の書き込みギャップ間に磁場を誘発する。コイルを流れる電流の極性を反転することによって、磁気媒体に書き込まれるデータの極性も反転される。二重層の垂直媒体上のデータは主極の後縁によって記録される。したがって、書き込まれたデータのトラック幅を画定するのは主極である。より具体的には、トラック幅はABSにおける主極の幅によって画定される。 40

【0007】

主極および復帰極は軟質の磁気材料から製造される。それらの極の両方は、書き込み電流がコイルに印加されるときに記録中に媒体に磁場を発生する。しかし、主極は、ABSよりもはるかに小さな断面積を有することによって、またより高磁気モーメントを有する磁気材料から製造されることによって、復帰極よりもはるかに強力な書き込みフィールドを生成する。主極の磁気モーメントは、主極が静止状態にあるときにABSに対し平行の緩やかな軸に沿って、すなわち書き込みコイルからの書き込み電流場なしに配向すべきである。書き込み電流場の多数のインスタンスにさらされた後に、磁気モーメントがABSに対し平行の配向に戻らない場合、主極は安定しない。不安定な極では、磁気モーメントの 50

配向は、書き込みコイルへの電流を切った後でも、A B S位置に対し非平行のままであるかもしれない。したがって、主極は磁束を形成する可能性があり、またディスクからのデータを劣化させるかさらには削除する可能性もある。さらに、不安定な極は電流の印加時に切換時間の増加をもたらす。超高トラック密度記録用の垂直ヘッドでは、可能な最大の磁気モーメント飽和値を有する磁気材料が劣った異方性および比較的高い保磁力を有するとしても、A B Sにおける極幅間の強力な消磁場、およびこれらの磁気材料を用いる必要性の故に、主極は、顕著な不安定源となる。

【0008】

主極の磁気安定性と、A B Sに対し平行な配向への主極の磁気モーメントの復帰とに依拠するファクタは、主極の単軸異方性である。単軸異方性は、A B Sに対し平行の配向からA B Sに対し垂直の配向に主極の磁気モーメントを回転するために必要な印加磁場量の目安である。単軸異方性が低すぎ、また保磁力が十分に高い場合、主極内の磁気モーメントは、書き込み電流を除去した後にA B Sに対し平行の位置に必ずしも戻るとは限らない。したがって、垂直媒体上の記録データの削除が起こりやすい。

【0009】

媒体内の書き込みフィールドの強度は、主極材料の磁気モーメントに比例する。超高トラック密度記録用のヘッド内に主極を構成するために、高い磁気モーメント飽和（または高い磁束密度飽和）の材料を使用することが望ましい。したがって、主極材料の磁気モーメント飽和が大きくなった場合、ディスクドライブの記憶能力を向上するために主極先端のトラック幅を低減できる。高磁気モーメントを有する材料の例は鉄とコバルトとの合金（FeCo）である。CoFe合金は大量の磁束を導き、これによって非常に狭い極先端の使用を許容し、この結果非常に狭いトラック幅が得られ、これによって超高記録密度が可能になる。残念ながら、CoFeフィルムは最高の磁気モーメント飽和を有するが、劣った異方性および比較的高い保磁力の故に、優れた磁気安定性を有しない。このことは、サブミクロン幅の主極先端内の書き込み電流場の多数のインスタンスにさらされた後に、磁気モーメントがA B Sに対し平行の位置に戻らない可能性があることを意味する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

したがって、磁氣的に安定し、かつ高い磁気モーメント飽和を有する材料から製造されるライタを提供する必要性が強く求められている。このような安定したライタは切換時間を低減し、ドライブのデータ速度を上昇し、また書き込み電流を切った後に垂直媒体上の意図しない削除を防止する。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明は、空気軸受面と、主極延長部を有する主極と、復帰極と、主極延長部と復帰極との中間のバックギャップクロージャとを有する垂直ライタである。主極延長部は主極と直接接触しており、また隣接するトラック上の記録データの削除を防止するために空気軸受面から窪ませられる。主極は、頂部磁気層と、軟質の磁気下層と、中間に配置された非磁気スペーサとを含む。頂部磁気層は、A B Sにおいて主極の後縁を形成し、また軟質の磁気下層よりも大きな磁気モーメントを有する。軟質の磁気下層は、低保磁力と高異方性と高透磁性とを有する磁気材料から製造された主極延長部と直接接触する。さらに、頂部磁気層および軟質の磁気下層は、薄い非磁気スペーサを介して反強磁性結合される。非磁気スペーサは111結晶組織を主に有し、頂部磁気層材料の異方性の増大と共に保磁力および粒度の低減を促進する。

【0012】

【発明の実施の形態】

図1は、ボイスコイルモータ（VCM）13、アクチュエータアーム14、サスペンション16、フレクシュア18、スライダ20、ヘッドマウンティングブロック22、およびディスクまたは媒体24を含むディスクドライブ12の頂部斜視図を示している。スライダ20は、フレクシュア18によってサスペンション16の末端部に接続される。サスベ

10

20

30

40

50

ンション16は、ヘッドマウンティングブロック22においてアクチュエータアーム14に接続される。アクチュエータアーム14はVCM13に結合される。図1の右側に示したように、ディスク24は多数のトラック26を有し、軸28を中心に回転する。

【0013】

ディスクドライブ12の操作中、ディスク24の回転は、スライダ20が当たる空気運動を発生させる。この空気運動は、ディスク24の表面の上方に小さな距離だけ空中にスライダ20を維持するように作用し、ディスク24の表面上方のスライダ20の飛揚可能にする。VCM13を選択的に操作して、軸30を中心にアクチュエータアーム14を移動し、これにより、サスペンション16を移動して、スライダ20によって運ばれるトランスデューサヘッド（図示せず）をディスク24のトラック26の上方に位置決めする。トランスデューサヘッドの適切な位置決めは、ディスク24の同心トラック26上のデータを読み取りかつ書き込むために必要である。

10

【0014】

図2は、本発明の垂直ライタ36の第1の実施態様の断面図である。垂直記録用の媒体24は、高保磁力および垂直異方性（磁性は媒体24の表面に略垂直の方向に保持される）を有する薄い記憶層32と、高透磁性および緩やかな軸の面内配向を有する軟質の磁気下層またはキーパ34とを備える。ライタ36は主極38と主極延長部48と復帰極40とを備え、これらは、末端部のバックギャップクロージャ42によって互いに接続され、ABSの書き込みギャップ46と、主極延長部48と復帰極40との間に位置決めされた書き込みコイル44とによって互いに分離される。主極38は媒体24の所定の運動方向47のための後極として機能する。媒体24上の磁性遷移は主極38の後縁49によって記録される。適正な書き込み場強度を媒体24に提供するために、後縁49を収容する主極38の本図では頂部層として示した磁気層50は、高磁気モーメント材料から製造される。超狭幅トラックの記録を媒体24上で行うために、ABSにおける主極38の幅はサブミクロンである。さらに、提案した主極38の構造体は頂部磁気層50の単軸異方性を増大し、これによって、頂部磁気層を磁氣的により安定化させる。

20

【0015】

データを垂直磁気媒体24に書き込むために、時間変更書き込み電流がコイル44を流れるようにされ、次にこのコイルは主極38と復帰極40とを介して時間変更磁場を生成する。次に、媒体24が磁場に露出されるように、媒体24は所定の距離においてライタ36のABSによって通過される。垂直ライタ36では、磁気媒体24の軟質の磁気キーパ34は本質的にライタの第3の極として機能する。

30

【0016】

ライタ36から媒体24への磁束用の閉じられた磁気通路は、主極38から媒体24の記憶層32を通して軟質の磁気キーパ34に移動し、復帰極40を通してライタ36に戻り、再び記憶層32を通過する。磁場がデータをこの復帰路に書き込まないことを保証するために、ABSにおける復帰極40の表面積はABSにおける主極38の表面積よりも実質的に大きいことが好ましい。したがって、復帰極40の下に記憶層32に影響を及ぼす磁場強度は、記憶層32の核形成場を克服するほど十分ではない。好ましい実施態様では、主極38の厚さは約0.05～約1マイクロメートルである。

40

【0017】

主極38は多層構造を有することが好ましく、主極延長部48に形成されることが好ましい。多層の主極38は、高磁気モーメント材料から製造された本図では頂部磁気層50として示した磁気層50と、薄い非磁気スペーサ層52と、十分に規定された異方性を有する軟質の磁気材料から製造された本図では下層54として示した磁気層54とを備えることが好ましい。この多層の極構造は、ABS方向に対し平行の頂部磁気層50に異方性を誘発し、これによって、高磁気モーメント材料用途の高い書き込み性能および高いデータ速度の利点を維持しつつ主極38の磁気安定性を強化する。頂部磁気層50が本発明による非磁気層52にわたって軟質の磁気下層54に結合された場合、結合された多層システムの特性により、主極38の性能は、高磁気モーメント材料の単一層から製造される主極

50

と比べて改善される。ライタ36の層は平坦な層として示されているが、他の輪郭に従ってもよいことが考えられる。さらに、図面は一定の縮尺で与えられていない。

【0018】

高磁気モーメントを有する任意の適切な材料は、頂部磁気層50に使用し得る。好ましい実施態様では、約30～約50%の範囲のCo成分を有するFe-Co合金が使用される。この合金は約2.4テスラの飽和モーメントを有する。頂部磁気層50は、ライタ36に使用するために任意の適切な厚さであることが可能であり、好ましくは約0.05～約1マイクロメートルの厚さ、より好ましくは約0.1～約0.5マイクロメートルの厚さである。

【0019】

磁気下層54のために、頂部磁気層50の材料の磁気モーメントよりも低い磁気モーメントを有する任意の適切な材料を使用し得る。この材料はまた、磁氣的に軟質であることが好ましく、好ましい保磁力は約5エルステッド未満、より好ましくは約1エルステッド未満である。磁気下層54のために使用される材料は、頂部磁気層50のために使用される材料よりも低い保磁力を有することが好ましい。選択される材料は、十分に規定された磁気異方性を有することが好ましく、このことは、磁気異方性がABSに平行の緩やかな磁性軸の安定した配向を有することを意味する。好ましい実施態様では、磁気下層54は、CoNiFe、FeCoN、CoNiFeN、FeAlN、FeTa₂N、FeN、NiFe（例えばNi₈₀Fe₂₀、Ni₄₅Fe₅₅等）、NiFeCr、NiFeN、CoZr、CoZrNb、FeAlSi、または適切な他の材料から製造される。磁気下層54は、好ましくは約2テスラ未満、より好ましくは約1.5テスラ未満、最も好ましくは約1.0テスラ未満の飽和モーメントを有する。磁気下層54の材料は、頂部磁気層50の磁気モーメントと比べてより低い磁気モーメントを有するが、磁気下層54の材料は、なお、絶対的な意味で高磁気モーメント材料と考えられるものであり得ることが指摘される。磁気下層54は任意の適切な厚さであり得るが、好ましくは約0.2マイクロメートル未満の厚さ、より好ましくは約0.05マイクロメートル未満の厚さである。

【0020】

非磁気スペーサ52は、頂部磁気層50および磁気下層54に使用される磁気材料と機械的かつ化学的に両立できる任意の非磁気材料から構成し得る。銅(Cu)またはルテニウム(Ru)は、頂部磁気層50がFeCoから製造されまた磁気下層54がNi₈₀Fe₂₀から製造される好ましい実施態様において、非磁気スペーサ52のために使用される。頂部磁気層50と磁気下層54との間に非磁気スペーサ52を使用する結果、頂部磁気層50と磁気下層54との間に反強磁性(AFM)交換結合が形成される。この結合は、ABSに対し平行に配向される頂部磁気層50に異方性を誘発し、この結果、磁氣的により安定したドメイン構造の頂部磁気層50、結果として、磁気エネルギーの低減によるより安定した主極38が得られる。

【0021】

RKKY(Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida)相互作用によれば、非磁気スペーサ52は、頂部磁気層50と磁気下層54との間に周期的結合を誘発する。その結合の性質は、非磁気スペーサ52の厚さの機能として反強磁性と強磁性との間で交互であり、また非磁気スペーサ52の材料の結晶配向に関係する。頂部磁気層50がFe₆₀Co₄₀から製造されまた磁気下層54がNi₈₀Fe₂₀から製造される好ましい実施態様では、非磁気スペーサ52の材料は111結晶配向を有することが好ましい。適切な非磁気材料は、例えば、銅、ルテニウム、金、銅と銀との合金、および酸化アルミニウムと二酸化ケイ素とを含む種々の酸化物を含む。好ましい非磁気材料は、隣接する磁石層の間の反強磁性交換結合を可能にする銅、ルテニウム、金、銅と銀との合金のような材料である。他の結晶配向の非磁気材料は、頂部磁気層50および磁気下層54用の磁気材料の他の選択に対応するように選択し得ることが考えられる。

【0022】

好ましい実施態様では、非磁気スペーサ52の厚さは、頂部磁気層50と磁気下層54と

10

20

30

40

50

の間の結合の反強磁性の性質を最大にするように選択される。第1の反強磁性ピークに対応する厚さによって、薄すぎて実用的でない非磁気スペーサが得られる場合、次の反強磁性ピークに対応する非磁気スペーサ52の厚さを使用することができる、等々。一実施態様では、CuまたはRuスペーサ52は、約5～約200オングストローム(Å)の厚さ、より好ましくは約6～約30Åの厚さ、最も好ましくは約18～約25Åの厚さを有する。

【0023】

本発明では、非磁気スペーサ52は、頂部磁気層50と磁気下層54とを反強磁性結合するのみでなく、CoFe合金から製造された頂部磁気層50を磁氣的に軟化するように機能する。頂部磁気層50と非磁気スペーサ52との境界面における原子間の量子相互作用は、頂部磁気層50の結晶組織を変化させ、この結果、粒度の低減、保磁力の減少、異方性の増大、および磁気安定性の向上が得られる。

【0024】

一実施態様においてライタ36の効率を高め、ならびに多層の主極38の異方性と構造的および磁氣的完全性を強化するために使用される主極延長部48に、任意の適切な材料を使用し得る。延長部48がABSにおいて主極38のトラック幅の増加に寄与しないように、延長部48は、約0.2～約2マイクロメートルの距離だけABSから窪ませることが好ましい。ABSにおける主極38の狭いトラック幅は、高トラック密度記録を可能にし、スキュー関連の側面書き込み効果を防止する。

【0025】

一実施態様では、主極延長部48は、CoNiFe、FeCoN、CoNiFeN、FeAlN、FeTa₂N、FeN、NiFe(例えばNi₈₀Fe₂₀、Ni₄₅Fe₅₅等)、NiFeCr、NiFeN、CoZr、CoZrNb、CoZrTa、FeAlSiのような磁気材料、または適切な他の材料から製造される。選択される材料は、十分に規定された磁気異方性を有することが好ましく、このことは、磁気異方性が、十分に規定された緩やかで硬質の磁気軸を有することを意味する。材料は磁氣的に軟質であることが好ましく、好ましい保磁力は約5エルステッド未満、より好ましくは約1エルステッド未満である。延長部48は、好ましくは約500よりも多い、より好ましくは約1000よりも多い相対磁気透過性を有する。このような実施態様では、主極延長部48はまた、それと磁気下層54との間の強力な強磁性結合の故に磁気下層54の延長部として機能し、これによって頂部磁気層50との反強磁性結合に貢献する。しかし、延長部48は磁気下層54よりも短いことが好ましいので、延長部はABSで露出されず、したがって媒体24に対するスキュー関連の効果を低減する。すなわち、延長部48の厚さは、頂部磁気層50および磁気下層54の磁気安定性に有効に貢献する程度の必要な厚さであり得る。主極延長部48の厚さは約0.1～約2マイクロメートルであることが好ましい。好ましい実施態様では、延長部48は磁気下層54と同一の材料から製造される。別の実施態様では、延長部48は省略される。

【0026】

バックギャップクロージャ42のために、任意の適切な磁気材料を使用し得る。好ましい実施態様では、バックギャップクロージャ42は、CoNiFe、NiFe、Ni₈₀Fe₂₀、Ni₄₅Fe₅₅、NiFeCr、CoZr、FeN、FeAlSiのような軟質の磁気材料、または適切な他の材料から構成される。

【0027】

図3は、本発明の垂直ライタ64の第2の実施態様の断面図である。図2の実施態様と比較して、図3の実施態様は積層の頂部磁気層50を有する。一実施態様では、頂部磁気層50は、非磁気層70によって互いに離間される2つの磁気副層66と68から構成される。磁気副層66と68はFeCoから製造され、磁気下層54はNiFeまたはCoNiFeから製造され、また非磁気スペーサ52および非磁気層70はCuから構成される。上述の図2を参照して記述したように、適切な他の材料も使用し得る。磁気副層66は副層68と同一の材料から構成し得るか、あるいは異なる材料から構成し得る。同様に、

非磁気スペーサ 52 は非磁気層 70 と同一の材料から構成し得るか、あるいは異なる材料から構成し得る。

【0028】

図2に示した実施態様と同様に、多層の頂部磁気層 50 は非磁気スペーサ 52 を介して磁気下層 54 と反強磁性結合される。さらに、磁気副層 66 と 68 は非磁気層 70 を介して互いに反強磁性結合される。したがって、各強磁性層の磁性は、隣接する強磁性層に対して逆平行であり、この結果、磁気エネルギーの低減の故に磁気的に安定したドメイン構造が得られる。非磁気層と互い違いの追加磁気層を使用して、積層の頂部磁気層 50 を形成し得ることが考えられる。

【0029】

図4は、本発明の垂直ライタ 72 の第3の実施態様の断面図である。本実施態様では、復帰極 40 は、交互の関係で (n) 磁気層 74 と (n-1) 非磁気層 76 とを備え、この場合 n は 1 以上の整数である。各磁気層 74 は非磁気層 76 を介して、隣接する各磁気層 74 に反強磁性結合される。主極 38 と同様に、この構造により、復帰極 40 は、ドメイン壁部の形成を抑制することによって磁気的安定性を維持しつつ高い磁束搬送容量を有することができる。このことは、復帰極 40 による媒体 24 の情報の削除を防止する。

【0030】

交互層のために、任意の適切な磁気および非磁気材料を使用し得る。磁気層 76 のために、CoNiFe、FeCoN、CoNiFeN、FeAlN、FeTa₂N、NiFe（例えばNi₈₀Fe₂₀、Ni₄₅Fe₅₅等）、NiFeCr、NiFeN、CoZr、CoZrNb、FeAlSiのような材料、または例えば同様の材料を使用し得る。材料は磁気的に軟質であることが好ましく、好ましい保磁力は約5エルステッド未満、より好ましくは約1エルステッド未満である。選択される材料は、十分に規定された磁気異方性特性を有することが好ましく、このことは、磁気異方性が、十分に規定された緩やかで硬質の磁気軸を有することを意味する。磁気層 74 用の最も好ましい材料は、Ni₈₀Fe₂₀、CoNiFe、FeCoN、FeAlN、FeAlSi、およびFeTa₂Nである。好ましい実施態様では、各磁気層 74 は同一の材料から製造されるが、別の実施態様では、磁気層 74 を様々な材料から構成し得る。

【0031】

非磁気層 76 は、磁気層 74 のために使用される磁気材料と機械的かつ化学的に両立できる任意の非磁気材料から構成し得る。適切な非磁気材料は、例えば銅、ルテニウム、金、銅と銀との合金、および例えば酸化アルミニウムと二酸化ケイ素とを含む様々な酸化物を含む。好ましい実施態様では、各非磁気層 76 は同一の材料から製造されるが、別の実施態様では、非磁気層 76 を様々な材料から構成し得る。

【0032】

復帰極 40 が薄いことは重要でないので、主極 38 と比べてより大きな厚さの磁気材料を復帰極 40 に使用し得る。復帰極 40 のすべての磁気層のABSにおける合計断面積は、主極 38 のすべての磁気層の合計断面積よりも好ましくは10倍大きく、より好ましくは100倍大きい。この層状構造の復帰極 40 は、任意の構造の主極 38 に使用し得ることが考えられる。

【0033】

好ましい実施態様を参照して本発明について記述してきたが、当業者は、本発明の精神と範囲から逸脱することなしに形態および細部の変更を行い得ることを認識するであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】 ディスクドライブの頂部斜視図である。

【図2】 本発明の垂直ライタの第1の実施態様の断面図である。

【図3】 本発明の垂直ライタの第2の実施態様の断面図である。

【図4】 本発明の垂直ライタの第3の実施態様の断面図である。

【符号の説明】

12 ディスクドライブ

10

20

30

40

50

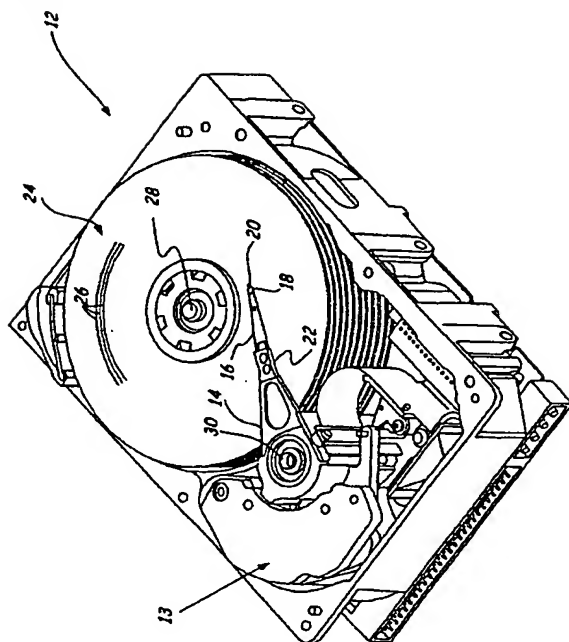
1 3 ボイスコイルモータ
1 4 アクチュエータアーム
1 6 サスペンション
1 8 フレクシュア
2 0 スライダ
2 2 ヘッドマウンティングブロック
2 4 ディスクまたは媒体
2 6 トラック
2 8 軸
3 0 軸
3 2 記憶層
3 4 磁気キーパ
3 6 垂直ライタ
3 8 主極
4 0 復帰極
4 2 バックギャップクロージャ
4 4 書き込みコイル
4 6 書き込みギャップ
4 7 運動方向
4 8 主極延長部
4 9 後縁
5 0 頂部磁気層
5 2 非磁気スペーサ層
5 4 磁気下層
6 4 垂直ライタ
6 6 磁気副層
6 8 磁気副層
7 0 非磁気層
7 2 垂直ライタ
7 4 磁気層
7 6 非磁気層

10

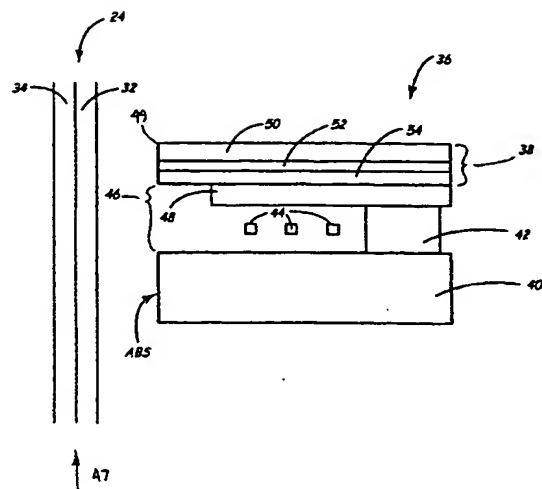
20

30

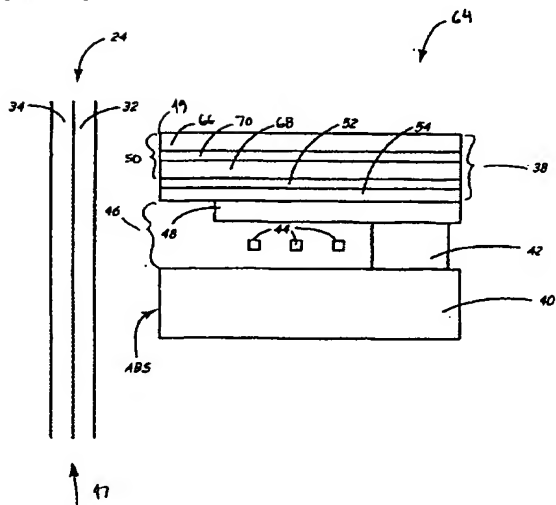
【図 1】



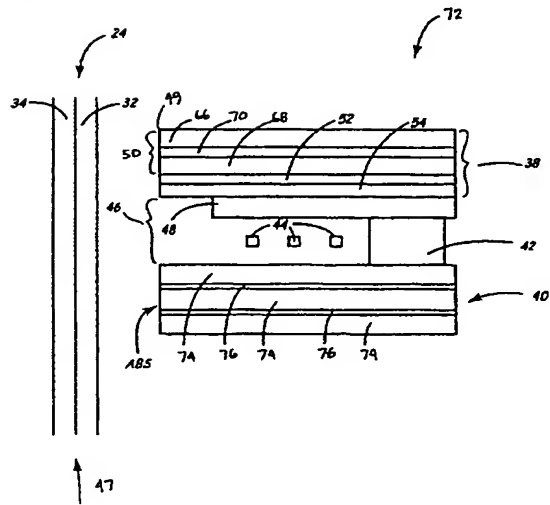
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 アレクサンダー ミクハイロヴィッチ シュク
アメリカ合衆国 ミネソタ、サヴィッジ、 フォクスベリー ロード 13461
- (72)発明者 ブラディ斯拉ブ アレクサンドロヴィッチ ヴァスコ
アメリカ合衆国 ミネソタ、ミネアポリス、 エス、ナインス ストリート 2329、 アパー
トメント ナンバー 207
- (72)発明者 デクラン マッケン
アメリカ合衆国 ミネソタ、プライオア レイク、 ローズウッド ロード 14572
- Fターム(参考) 5D033 AA05 BA03 BA04 BA31 CA00